

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2012.06.004

湿润地区中小河流山洪预报方法研究与应用

叶金印^{1,2}, 吴勇拓³, 李致家¹, 常 露¹

(1. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098; 2. 淮河流域气象中心, 安徽 蚌埠 233040;
3. 山东省电力工程咨询院, 山东 济南 250013)

摘要: 针对湿润地区中小河流, 提出 2 套山洪预报方案: 一是对于有资料地区, 建立基于新安江模型的山洪预报方案; 二是对于无资料或资料缺乏地区, 采用 API-Nash 模型, 即采用降雨-径流经验相关法进行产流预报, 采用 Nash 模型进行汇流预报。以皖南山区屯溪流域为例, 分别用 2 套方案对流域的次洪过程进行模拟。研究表明: 2 套方案均取得良好的应用效果, 洪量合格率比较一致; 对于洪峰合格率和确定性系数, 新安江模型的模拟结果优于 API-Nash 模型。
关键词: 中小河流; 山洪; 预报预警; 新安江模型; Nash 模型; 降雨-径流相关; 屯溪流域
中图分类号: P338.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1980(2012)06-0615-07

Forecasting methods for flash floods in medium and small rivers in humid regions and their applications

YE Jinyin^{1,2}, WU Yongtuo³, LI Zhijia¹, CHANG Lu¹

(1. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China;
2. Huaihe River Basin Meteorological Center, Bengbu 233040, China;
3. Shandong Electric Power Engineering Consulting Institute Corp., Ltd., Ji'nan 250013, China)

Abstract: Two methods were adopted in this study to forecast flash floods in medium and small rivers in humid regions: the Xin'anjiang model was applied to areas with sufficient historical data, and the API-Nash model, in which the rainfall-runoff relationship method is used for runoff yield forecasting and the Nash runoff model is used for flow concentration forecasting, was applied to ungaged areas or data-deficient regions. A case study was conducted in the Tunxi Watershed in the mountainous area of southern Anhui Province, using the two models to simulate flood processes in the watershed. The results show that both models had favorable simulation results. They presented similar accuracy in calculating the qualified rate of the flood volume, and the Xin'anjiang model had higher accuracy than the API-Nash model in calculating the qualified rate of the flow peak and the deterministic coefficient.
Key words: medium and small rivers; flash flood; forecasting and early warning; Xin'anjiang model; Nash model; rainfall-runoff relationship; Tunxi watershed

山洪是山丘区中小河流由降雨引起的突发性、暴涨暴落的洪水^[1-2]。近年来, 由于极端天气事件增多, 突发性暴雨时常发生; 而山丘区山高坡陡、河流源短流急, 在暴雨天气下极易发生山洪灾害, 造成人民生命财产的损失。现阶段, 山丘区中小河流山洪的预报和防御仍然是防洪减灾工作的难点。
对于山丘区中小河流山洪的预报预警技术, 国内外学者进行过许多研究。目前, 国外常用的山洪预报预警方法有 2 种: (a) 基于分布式水文模型的山洪预报预警方法, 如意大利 Pro GEA 公司开发的基于 TOPKAPI 分布式水文模型的中小河流洪水预报系统, 美国马里兰大学与国家河流预报中心共同研制开发的分布式水文模型山洪预报系统; (b) 基于动态临界雨量的山洪指导 (flash flood guidance, FFG) 法^[3-6], 如美国水文研究

中心研制的 FFG 系统。国内针对中小河流山洪灾害预报预警方法的技术研究开展较晚。目前,我国山丘区山洪灾害的预报预警系统非常薄弱,局部强降雨的预报精度不高,山洪灾害发生与发展的预测不够准确,大多数山丘区小流域没有洪水预报预警系统。

本文针对湿润地区中小河流的山洪预报预警现状,提出了 2 套预报方案:一是对于有资料地区,建立基于新安江模型的山洪预报方案;二是对于无资料或资料缺乏地区,采用降雨径流经验相关法进行产流预报, Nash 模型进行汇流预报。

1 研究内容与方法

1.1 新安江模型

新安江模型作为一个概念性模型,在中国的洪水预报中得到了广泛应用,并取得良好的应用效果。在采用新安江模型进行水文模拟时,首先要根据降雨和下垫面特征将流域划分为若干个单元,然后对每个单元分别进行产汇流计算,得到单元流域的出流过程,最后将其演算至流域出口并进行叠加,即可得到整个流域的出流过程^[7-12]。该模型由 4 个模块组成,即蒸散发模块、产流模块、分水源模块、汇流模块,每个模块分别对应不同的模型参数。

1.2 降雨-径流经验相关法 (API)

降雨-径流经验相关法是研究降雨-径流问题的一种常规经验方法,它是在成因分析与统计相结合的基础上,用每次降雨的流域平均雨量和相应产生的径流量,以及影响流域平均雨量和径流量的主要因素建立的一种定量相关图的方法^[13-15]。降雨-径流经验相关法是最常用、最易解决实际问题的方法。

1.3 汇流模型 (Nash 模型)

Nash 模型是一个概念性流域汇流模型,将流域对降雨的再分配作用比做一系列相互效应的线性水库串联所产生的调节作用。从系统上看,就是认为流域汇流系统是一个线性时不变系统,并能用 n 阶线性常微分方程来描述其输入与输出的关系^[16-18]。Nash 模型瞬时单位线的数学表达式为

$$u(t)=\frac{1}{k(n-1)!}\left(\frac{t}{k}\right)^{n-1}e^{-\frac{t}{k}}$$

(1)

式中: $u(t)$ ——瞬时单位线在 t 时刻的纵坐标; n ——反映流域调蓄能力的参数,可看成线性水库的个数; k ——线性水库的蓄泄参数。

1.3.1 用地貌参数推求参数 n

根据地貌瞬时单位线理论,式(1)又可表示为

$$\frac{(n-1)^ne^{(1-n)}}{(n-1)!}=0.58\left(\frac{R_B}{R_A}\right)^{0.55}R_L^{0.05}$$

(2)

式中 R_B, R_L, R_A 分别为流域水系的分汊比、河长比和面积比,可由霍顿 (Horton) 的河数率、河长率和面积率分别求得。

1.3.2 用地形资料推求参数 k

根据不同级别河流的流速主要依赖于其地形坡度的事实, Agnese 等^[19]经过大量研究,发现式(3)能够较好地反映流域汇流的时间分布:

$$\tau=1-(1-\lambda)(1-\rho)$$

(3)

其中

$$\lambda=\left(\sum_{j=1}^N\Delta l_j\right)\left(\sum_{j=1}^J\Delta l_j\right)^{-1}=lL^{-1}\quad\rho=\left(\sum_{j=1}^N(\Delta l_jp_j^{-0.5})\right)\left(\sum_{j=1}^J(\Delta l_jp_j^{-0.5})\right)^{-1}$$

式中: τ ——净雨质点自河源至下游某断面的平均汇流时间与河源至流域出口断面平均汇流时间的比值; Δl_j ——从河源开始划分的第 j 个子河段长度; p_j ——第 j 个子河段的平均坡度; J ——河源至流域出口断面的子河段数; N ——河段至下游某断面的子河段数; l ——河源至下游某断面的河长; L ——河源至流域出口断面的河长。

经过进一步分析,可得

$$\tau=\lambda^{1-m\lambda}$$

(4)

式中 m 为反映河道纵坡面特性的综合参数。

只要给出流域出口断面的流速,就可确定 k :

$$k = \frac{\alpha L_{\Omega}}{n(1 - \lambda_{\Omega-1}^{1-m\lambda_{\Omega-1}})} v_{\Omega}^{-1}$$

(5)

式中: α ——流域形心至流域出口断面的距离与流域长度的比值; Ω ——流域的斯特拉勒(Strahler)级别,即河系中最高级别河流的级数; L_{Ω} ——河系中最高级别河流的长度; $\lambda_{\Omega-1}$ ——河源至 $\Omega-1$ 级河流末端处的 λ 值; v_{Ω} ——流域出口断面的流速,一般由出口断面洪水过程线涨洪段的平均流速给定。

2 基于 DEM 的流域地形地貌信息提取

利用 DEM 提取流域的基本水文特征信息,首先对原始 DEM 数据进行填洼预处理,以使洼地和小平原成为斜坡的延伸部分,保证从 DEM 数据中提取自然水系的连续性;然后再根据最陡坡度原则,如 D8 法,确定每个栅格点的水流方向,并将每个栅格单元沿水流方向逐个累加,得出每个栅格点的上游累积汇水面积;在此基础上,再根据给定生成河网水系的阈值判断属于水系的栅格点,同时,按照水流方向,由水系的源头开始搜索整个水系并进行自然子流域划分,最后确定研究流域的边界^[20]。

生成研究流域边界后,可以根据相关算法提取流域的地貌特征,如研究流域内栅格单元的坡度、坡向、地形指数、流径长度、汇流演算次序、流域面积坡度、平均河道坡度等,如图 1 所示。

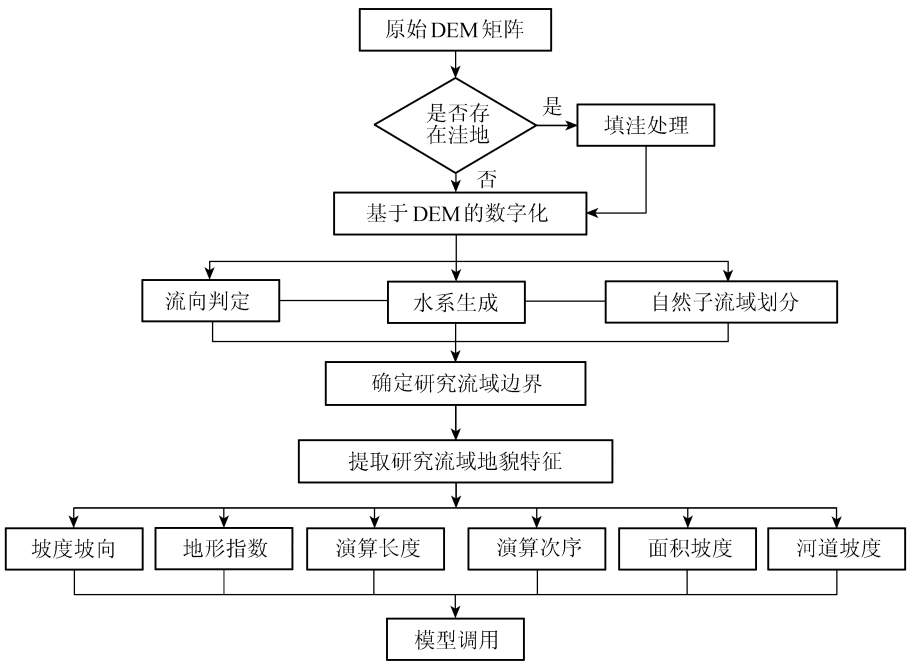


图 1 DEM 的流域数字化及地貌特征提取流程

Fig. 1 Flow chart of watershed digitization and topography extraction based on DEM

3 屯溪流域应用实例及比较

3.1 流域概况

屯溪流域集水面积为 2 696. 76 km², 邻近中国东南沿海, 位于亚热带季风气候区, 年平均温度为 17 ℃。冬季盛行西北风, 天气晴冷干燥; 夏季多东南风, 气温高, 光照强, 空气湿润; 春、秋两季气旋活动频繁, 冷暖变化大。春季及初夏多锋面雨, 夏秋之际多台风, 季风环流的方向与主要山脉走向基本正交, 山脉起着阻滞北方寒流和台风的作用。屯溪流域地势西高东低, 最大、最小以及平均海拔高程分别为 1 398 m, 116 m, 380 m, 相对高差较大。年平均降雨量为 1 600 mm, 降雨在年内、年际分配极不均匀; 4—6 月多雨, 降雨量占全年降雨量的 50%, 易发生洪涝灾害; 7—9 月降雨量仅占 20%, 旱灾频繁。河川径流年内、年际变化较大。流域内植被良好, 主要植被有常绿针叶林、落叶阔叶林、混合林、森林地、林地、草原、牧草地与作物地, 土壤类型主要为黏壤土。

笔者收集了屯溪流域黟县、儒村、岩前、休宁、呈村、上溪口、五城、石门、屯溪、大连、左龙等 11 个雨量站 1983—2001 年的降雨量资料以及屯溪流域的流量和蒸发资料。

3.2 基于新安江模型的洪水预报预警方案

3.2.1 流域分块及特征

根据屯溪流域的雨量站点情况,区别于经验预报方法,运用泰森多边形法进行流域分块,将屯溪流域划分为 11 个单元流域(图 2)。单元流域的面积权重见表 1。



图 2 屯溪流域分块示意图

Fig. 2 Division of Tunxi Watershed

表 1 屯溪流域单元流域分块情况

Table 1 Sub-watersheds of Tunxi Watershed		
子流域名称	面积权重	子流域面积/km ²
岩 前	0.098	262.07
休 宁	0.103	275.74
呈 村	0.096	256.71
上溪口	0.125	334.50
五 城	0.164	436.87
石 门	0.055	145.88
屯 溪	0.058	155.16
左 龙	0.054	143.13
黟 县	0.096	256.13
大 连	0.061	162.19
儒 村	0.091	241.64

3.2.2 次洪率定结果

本研究设计次洪模型以 $\Delta t=1\text{ h}$ 为时段长,采用 SEC-UA 全局优化算法,参数率定结果如下:蒸散发折算系数 $K=1.1$;流域蓄水容量分布曲线指数 $B=0.532\ 344$;深层散发系数 $C=0.046\ 085$;张力水容量 $W_m=113.141\ 382\text{ mm}$;上层张力水容量 $W_{um}=20.669\ 277\text{ mm}$;下层张力水容量 $W_{lm}=72.674\ 426\text{ mm}$;不透水面积比例 $I_m=0.001\ 441$;自由水容量 $S_m=31.691\ 600\text{ mm}$;流域自由水容量分布曲线指数 $E_x=0.741\ 367$;地下水出流系数 $K_c=0.345\ 252$;壤中流出流系数 $K_l=0.354\ 748$;地下水消退系数 $C_c=0.072\ 638$;壤中流消退系数 $C_l=0.838\ 682$;河道汇流的马斯京干法系数 $X=0.01$;河网水流消退系数 $C_s=0.89$;河网汇流滞时($\Delta t=1\text{ h}$) $L=1$ 。

3.3 基于降雨-径流经验相关法和 Nash 模型的洪水预警方案

3.3.1 $P+P_a \sim R_s$ 关系确定

首先提前 15 d 计算屯溪流域的前期雨量指数 P_a 值,初始值设定为 $(1/3)I_m$ 值,其中 I_m 为最大初损值。每次洪水用 P_a 加上每一时段的降雨量 P (利用流域平均降雨量计算雨量),得到总的 $P+P_a$ 值,然后计算出流域直接径流量 R_s 。根据 $P+P_a$ 与 R_s 的关系绘制屯溪流域的 $P+P_a \sim R_s$ 相关图(图 3)。经分析试算,该流域 I_m 值定为 160 mm , k 值选为 0.85 。对于地面径流部分,采用 Nash 模型进行汇流计算;对于地下径流部分,则采用线性水库法进行汇流计算。

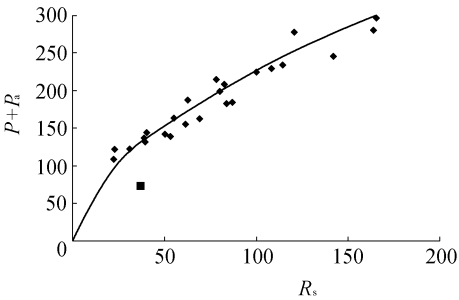


图 3 $P+P_a \sim R_s$ 关系

Fig. 3 Relationship between $P+P_a$ and R_s

3.3.2 Nash 模型参数 n 确定

通过对 DEM 数据的处理,统计出屯溪流域的地貌参数,见表 2。将表 2 地貌参数代入式(2),利用逐步逼近法求得参数 n 的值为 3.069 。

3.3.3 Nash 模型参数 k 确定

选取具有代表性的 3 条河流,分别提

表 2 屯溪流域地貌参数

Table 2 Geomorphic parameters of Tunxi Watershed				
河流级别	河流数/条	平均河长/km	汇流面积/km ²	平均汇流面积/km ²
1	120	4.043	1 757.392 1	14.645
2	26	9.429	1 763.539 1	67.828
3	4	39.983	2 373.283 7	593.321
4	1	21.023	2 696.767 4	2 696.767

注:流域中 1~4 级河流的 $R_B=5.038$, $R_L=2.366$, $R_A=5.975$ 。

取每条河流的 $P_j \sim l_j$ 关系,根据式(3)计算每条河流的 τ 和 λ ,绘制出 3 条河流的 $\tau \sim \lambda$ 关系图。通过曲线拟合方法(图 4)得到 m 的值为 0.9。

经计算取 $\alpha \approx 0.396$ 。 v_Ω 的计算公式为

$$v_\Omega = \frac{\sum_{i=0}^{p-1} \left(\frac{v_i + v_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)}{t_p - t_0} \tag{6}$$

式中: t_i ——涨洪段 i 点的时刻; v_i ——涨洪段 t_i 时刻的流速; t_p ——洪峰时刻; t_0 ——起涨点时刻。

将得到的 m, α, v_Ω 及 $\lambda_{\Omega-1}, L_\Omega$ 代入式(5),求得参数 k 值为 6。由此可以得到瞬时单位线,在实际应用时需用 S 曲线将 Nash 瞬时单位线转换为时段单位线,以方便使用。

3.4 2 种洪水预报预警方案应用对比

2 种洪水预报预警方案在屯溪流域的模拟结果见表 3。

表 3 确定性系数中 API-Nash 模型的均值为 0.80,新安江(XAJ)模型的均值为 0.94;洪量相对误差计算中 API-Nash 模型和新安江模型的合格率均为 92%;洪峰相对误差计算中,API-Nash 模型的合格率为 72%,新安江模型的合格率为 84%。图 5 是屯溪站 1986061108 号洪水实测与模拟的流量过程线对比。

表 3 屯溪 API-Nash 模型和新安江(XAJ)模型模拟结果特征值统计

洪水起始时间	洪量相对误差/%		洪峰相对误差/%		峰现时间误差/h		确定性系数	
	API-Nash 模型	XAJ 模型	API-Nash 模型	XAJ 模型	API-Nash 模型	XAJ 模型	API-Nash 模型	XAJ 模型
19830511T08	-3.8	-8.79	-5.8	-1.8	-1	-1	0.95	0.95
19830514T22	-5.2	15.08	10.0	9.5	-4	-1	0.95	0.93
19840605T02	-21.2	-3.20	-31.0	6.3	-4	0	0.70	0.98
19840830T08	-4.8	7.20	-17.9	-5.5	0	5	0.94	0.98
19860611T08	15.5	-7.35	2.1	3.3	0	-1	0.63	0.95
19870501T08	5.0	-13.19	13.3	-26.7	0	-1	0.86	0.81
19880507T04	-19.8	-11.28	-30.8	5.8	-3	0	0.83	0.94
19880611T01	-15.2	-2.44	-5.1	13.0	-1	0	0.76	0.90
19890612T06	-12.7	2.46	-20.7	-0.7	-3	-1	0.91	0.98
19890630T23	-9.3	2.57	-28.6	13.8	-4	-1	0.83	0.96
19900611T08	7.9	7.85	0.6	-6.0	2	-4	0.69	0.94
19910630T08	-25.0	-2.30	-42.0	-25.4	-3	1	0.71	0.93
19910725T08	16.1	5.70	4.7	-34.1	-5	-3	0.56	0.90
19920620T00	8.3	7.94	2.8	-0.7	-3	0	0.85	0.97
19930527T00	12.1	-3.52	23.6	-19.7	-2	-1	0.77	0.97
19940501T00	12.6	3.61	17.8	-3.0	-2	-1	0.86	0.98
19950515T00	5.5	1.19	-7.4	4.3	-4	1	0.76	0.94
19960601T00	10.2	-3.23	-11.6	0.5	0	-3	0.92	0.98
19970702T08	6.0	20.80	-3.9	9.8	-4	-2	0.78	0.95
19980501T08	14.9	0.70	-5.5	9.5	-6	0	0.82	0.97
19990622T15	-7.6	10.10	0.1	8.4	1	-2	0.92	0.95
19990824T08	2.7	0.60	2.6	-19.5	-4	-1	0.80	0.95
10010501T08	16.8	5.47	13.0	-11.3	-3	-1	0.73	0.91
10010620T08	-17.3	-8.70	-26.4	-14.5	-8	5	0.78	0.93
10010709T08	12.4	22.20	12.9	20.1	1	2	0.74	0.84

从表 3 及图 5 可以看出,对于 API-Nash 模型,洪量合格率为 92%;洪峰合格率是 72%,确定性系数均值为 0.8,达到乙级预报标准,模拟结果良好。而新安江模型,洪量合格率为 92%,洪峰合格率是 84%,确定性系数均值为 0.94,达到甲级预报标准,模拟结果良好。对比来看,两者洪量合格率一致,其余结果新安江模型优于 API-Nash 模型。

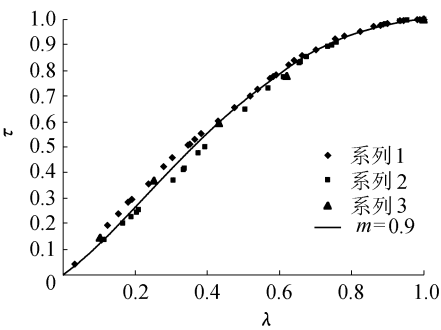


图 4 屯溪流域 $\tau \sim \lambda$ 关系
Fig. 4 Relationship between τ and λ for Tunxi Watershed

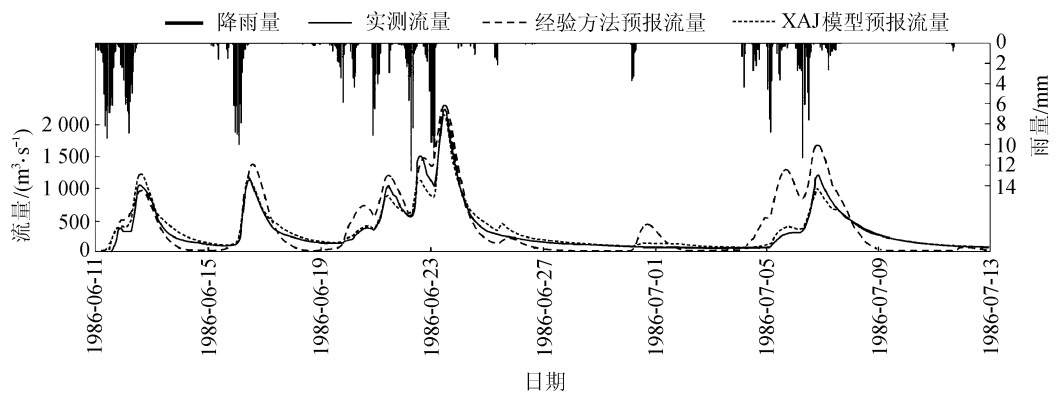


图5 屯溪站1986061108号洪水实测与模拟流量过程线
Fig. 5 Simulated and observed hydrographs of flood No. 1986061108 at Tunxi Station

4 结 语

本文以数字化技术为基础,以现代化的计算机作为工具,采用 ArcGIS 软件由 DEM 提取屯溪流域的地形地貌信息,通过建立地形地貌参数与 Nash 模型参数之间的数学关系,得到确定模型参数的物理方法,并推求出 Nash 模型的 2 个参数 n 和 k 的值,确定了流域的汇流单位线,避开了大量降雨-径流资料的分析 and 处理,并较好地解决了缺少资料地区的汇流计算问题。

对比分析发现,新安江模型模拟精度高于 API-Nash 模型,但考虑到很多中小河流的资料情况不能满足新安江模型的需要,而 API-Nash 模型因为参数较少,对资料的要求低,在无资料地区的中小河流山洪实际预报工作中可以发挥重要作用。

参考文献:

[1] 国家防汛抗旱总指挥部办公室,中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所. 山洪诱发的泥石流、滑坡灾害及防治 [M]. 北京:科学出版社,1994.

[2] WORLD METEOTOLOGICAL ORGANIZATION (WMO). Flash flood forecasting, operational hydrology report: No. 18 (WMO2No. 577) [R]. Geneva: World Meteorological Organization (WMO), 1981: 47.

[3] CARPENTERA T M, SPERF S J A, GEORGAKAKO S K P, et al. National threshold runoff estimation utilizing GIS in support of operational flash flood warning systems [J]. Journal of Hydrology, 1999, 224: 21.

[4] GEORGAKAKO S K P. Analytical results for operational flash flood guidance [J]. Journal of Hydrology, 2006, 317: 81.

[5] USACE. HEC-HMS hydrologic modeling system user's manual [M]. Davis, CA: Hydrologic Engineering Center, 2001.

[6] 刘志雨, 杨大文, 胡健伟. 基于动态临界雨量的中小河流山洪预警方法及其应用 [J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2010, 45 (3): 317-321. (LIU Zhiyu, YANG Dawen, Hu Jianwei. Dynamic critical rainfall-based torrential flood early warning for medium-small rivers [J]. Journal of Beijing Normal University: Natural Science, 2010, 45 (3): 317-321. (in Chinese))

[7] 赵人俊. 流域水文模拟 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1984.

[8] ZHAO R, LIU X. The Xinanjiang model [C] // SINGH V. Computer Models of Watershed Hydrology. Colorado: Water Resources Publications, 1995: 215-232.

[9] 李致家. 水文模型的应用与研究 [M]. 南京: 河海大学出版社, 2008.

[10] 姚成, 纪益秋, 李致家, 等. 栅格型新安江模型的参数估计及应用 [J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2012, 40 (1): 42-47. (YAO Cheng, JI Yiqiu, LI Zhijia, et al. Parameter estimation and application of grid-based Xin' anjiang model [J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2012, 40 (1): 42-47. (in Chinese))

[11] 董小涛, 李致家, 李利琴. 不同水文模型在半干旱地区的应用比较研究 [J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2006, 34 (2): 132-135. (DONG Xiaotao, LI Zhijia, LI Liqin. Application and comparison of three hydrological models in semi-arid region [J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2006, 34 (2): 132-135. (in Chinese))

[12] 宋玉, 李致家, 杨涛. 分布式水文模型在淮河洪泽湖以上流域洪水预报中的应用 [J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2006, 34 (2): 127-131. (SONG Yu, LI Zhijia, YANG Tao. Application of distributed hydrological model to flood forecasting for upper reaches of the Huaihe River above Hongze Lake [J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences, 2006, 34 (2): 127-131. (in

Chinese))

[13] 中华人民共和国水利部水文局,长江水利委员会水文局. 水文情报预报技术手册[M]. 北京:中国水利水电出版社,2010: 313-320.

[14] 芮孝芳. 水文学原理[M]. 北京:水利水电出版社,2004:249-264.

[15] LINSLEY R K,KOHLER M A,PAULHUS J L. Hydrology for engineers[M]. 3rd ed. New York:McGraw-Hill, Inc,1982:120-140.

[16] 芮孝芳. 仅依据汇流系统出流资料确定 Nash 模型参数的研究[J]. 水科学进展,1993,4(2):141-146. (RUI Xiaofang. Determining parameters of Nash Model only according to outflow data of the concentration flow system[J]. Advances in Water Science, 1993,4(2):141-146. (in Chinese))

[17] 芮孝芳. 利用地形地貌资料确定 Nash 模型参数的研究[J]. 水文,1999(3):6-10. (RUI Xiaofang. A study on determining the parameters of the Nash Model using geomorphological data[J]. Hydrology,1999(3):6-10. (in Chinese))

[18] 石朋,芮孝芳,翟思敏. 由 DEM 确定 Nash 汇流模型的参数[J]. 河海大学学报:自然科学版,2003,31(4):378-381. (SHI Peng,RUI Xiaofang,QU Simin. Determination of parameters for Nash runoff model by DEM[J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences,2003,31(4):378-381. (in Chinese))

[19] AGNESE C,ASARO F D,GIORDANO G. Estimation of the time scale of the geomorphologic instantaneous unit hydrograph from effective streamflow velocity[J]. Water Resources Research,1988,24(7):969-978.

[20] MACKAY D S,BAND L E. Extraction and representation of nested catchment areas from digital elevation models in lake-dominated topography[J]. Water Resources Research,1998,34(4):897-901.

+++++

《河海大学学报(哲学社会科学版)》征订启事

(CN32-1521/C, ISSN1671-4970, 季刊, 自办发行)

《河海大学学报(哲学社会科学版)》以马列主义、毛泽东思想、邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导,认真贯彻落实科学发展观,坚持实事求是的思想路线,贯彻“双百”方针,弘扬时代主旋律,理论联系实际,为社会主义物质文明与精神文明建设服务。

《河海大学学报(哲学社会科学版)》为哲学与社会科学类学术期刊,主要刊登哲学、文学、语言学、法学、社会学、经济学、管理学等社会科学方面的学术性文章,可供上述有关专业的研究人员、管理人员和大专院校师生阅读与参考。《河海大学学报(哲学社会科学版)》为中国学术期刊(光盘版)入编期刊与中国学术期刊网入编期刊。

《河海大学学报(哲学社会科学版)》由河海大学主办,每季末出版,国内外公开发行。2013 年每本定价 10 元,每本邮费 1 元,全年订费 44 元,欢迎广大读者直接向编辑部订阅。

联系地址:南京市西康路 1 号《河海大学学报(哲学社会科学版)》编辑部
邮政编码:210098
电话/传真:025-83786376
E-mail:sk1999@vip.163.com
网址:k kb. hhu. edu. cn/sxb/index_sxb. htm